

Wasser kann man pflanzen

Wie man Klimaextremen und Wassermangel systemisch begegnet

von Andrea Beste

Aufgrund des Klimawandels kommt es zu immer mehr Wetterextremen. Das stellt auch die Landwirtschaft vor zunehmende Herausforderungen insbesondere beim Wassermanagement. Diskutiert und vielerorts bereits praktiziert werden im nachfolgenden Beitrag aufgeführte unterschiedlichste Anpassungssysteme. Statt dem industriellen Agrarmodell zu folgen, das die Lösung unter anderem im Einsatz von Technik und Gentechnik sieht, fordert der Beitrag zum Umdenken auf und plädiert für ökologisch angepasste Systeme. Und setzt dabei unter anderem auf bislang zu wenig beachtete Verbündete im Boden: die unterirdische Gemeinschaft von Mykorrhizapilzen und Mikroorganismen, die nicht nur die Nährstoffaufnahme der Pflanzen verbessern, sondern auch für deren verbesserte Widerstandsfähigkeit gegenüber Wasserstress sorgen.

Nach einem ziemlich heftigen Dürrejahr 2023 hatten wir es im Winterhalbjahr und teilweise auch im späten Frühjahr 2024 mit heftigen Regenfällen zu tun. Auf den ausgetrockneten Böden stand das Wasser. 2025 war ebenfalls sehr wechselhaft. Das zeigt, dass die Wetterextreme des Klimawandels und der Zustand der Böden in direktem Zusammenhang stehen. Ein Umdenken ist dringend notwendig: Wir müssen hin zu Schwammlandschaften.

Landwirtschaft musste sich seit jeher an Witterung und Klima anpassen. Landwirtschaftliche Praxis ist daher immer auch »Risikomanagement«. Doch die Dimension und Geschwindigkeit der Änderungen sind deutlich größer und unberechenbarer als in der Vergangenheit, das haben die letzten drei Jahre gezeigt. Für die Landwirtschaft wird es besonders wichtig, ja existenziell sein, Anpassungssysteme zu entwickeln (oder wieder zu entdecken), die eine Minimierung der Risiken durch den Klimawandel mit sich bringen.

Wege aus der Wasserkrise

Technische Lösungen der Agrarindustrie

Inzwischen ist das Thema durchaus in der landwirtschaftlichen Diskussion angekommen. Initiativen wie z. B. die Global Alliance for Climate-Smart Agriculture¹ setzen dabei überwiegend auf ein industrielles Agrarmodell, technische Lösungen und Gentechnik, statt auf ökologische Systeme. Das ist nachvollzieh-

bar, da die Mitglieder mit der Förderung agrarökologischer Methoden ihren eigenen Geschäftsinteressen (z. B. Patentierung sowie Dünger- und Pestizidabsatz) schaden würden.

Die einseitige Empfehlung der Pflugverzichts, die Einrichtung von betonierten Wasserbecken oder die Züchtung trockenheits- oder insektenresistenter Pflanzen mit Mitteln der Gentechnik werden dabei als Lösung angepriesen. Doch Pflugverzicht bringt ohne Änderung der Fruchtfolge eher Verdichtung und Lachgasemissionen.² Betonbecken helfen nicht wirklich beim Wasserrückhalt. Sie helfen nicht bei der Kühlung der Landschaft und sind in Dürreperioden verdunstungsanfällig.³ Die von der Gentechnikindustrie angepriesene Trockenheits- oder Insektenresistenz sind Merkmale, die Pflanzen in direkter Interaktion mit ihrer Umwelt über mehrere Generationen ausprägen. Dabei sind sehr viele Gene beteiligt, die man noch gar nicht alle kennt, geschweige denn per Gentechnik schnell und zielgenau verändern könnte.

Einzelne Gene in der DNA von Pflanzen zu manipulieren, verankert neue Eigenschaften bei Pflanzen deutlich weniger stabil als herkömmliche Züchtung, wo die Pflanze selbst entscheidet, wie ihr Erbmateriale auf die neue Kombination reagiert und die neuen Eigenschaften genetisch breiter verankert sind. Demgegenüber kann das Finden alter Sorten auch schon ohne Züchtung zum Erfolg führen: So bescherte beispielsweise das Sammeln von über 2.000 verschiede-

nen Reissorten dem Netzwerk MASIPAG zwölf Sorten, die überleben, wenn sie für einige Tage überflutet werden; 18 Sorten, die gut mit Dürre zurechtkommen; 20 Sorten, die eine Toleranz gegenüber Salzwasser zeigen, und 24, die resistent gegen bestimmte lokale Schädlinge sind.⁴

Bewässerungseffizienz erhöhen

Die wassersparendste Bewässerungstechnik ist die Tropfbewässerung. Bei dieser Methode wird das Wasser direkt zur Wurzel der Pflanzen geleitet, wodurch eine hohe Effizienz erreicht wird und der Wasserverlust minimiert wird. Im Vergleich zur herkömmlichen Bewässerung mit Sprinklern oder Beregnungsanlagen kann mit der Tropfbewässerung bis zu 50 Prozent Wasser eingespart werden.⁵ Insofern ist die Frage, warum andere Techniken noch förderfähig sind.

Brauchwasser nutzen?

Eine weitere Lösung könnte sein, mehr Abwasser aus der Industrie für die Bewässerung in der Landwirtschaft zu nutzen, statt dafür wertvolles Trinkwasser zu nutzen. Die EU-Verordnung zur Wasserwiederverwendung⁶ ist am 26. Juni 2023 in Kraft getreten. Sie stellt keine verpflichtende Vorschrift dar, sondern definiert lediglich Mindeststandards für die Nutzung in der Bewässerung. Laut EU-Kommission könnte die Wiederverwendung von Wasser potenziell ein Fünftel der Bewässerung mit Grundwasser in Spanien und Portugal ersetzen. In Frankreich, Italien und Griechenland sind es sogar 45 Prozent. Gute Aufbereitungsanlagen für Industriewasser sind dabei aber ausschlaggebend.

Und: Es kommt auf die Wasserqualität an.⁷ Große Industrieanlagen haben heute schon eigene Aufbereitungsanlagen, das Wasser wird oft in Flüsse abgelassen. Je nach Industriezweig ist das Wasser sogar viel besser als aufbereitete Haushaltsabwässer. Das trifft aber längst nicht auf alle Sektoren zu. Industrielles und städtisches Abwasser zur Bewässerung zu nutzen, birgt auch Risiken, wenn Kläranlagen nicht alle Schadstoffe herausfiltern. Dann kann es in Böden und Pflanzen möglicherweise zur Anreicherung der Schadstoffe kommen, die auch den Verbrauchern schaden könnten. Bei Haushaltsabwässern sind besonders hormonell wirkende Substanzen aus Medikamenten ein Problem. Das deutsche Umweltbundesamt kritisiert die neuen Mindestanforderungen der EU, auch weil einige Stoffkategorien nicht unter die Regulierung fallen.

Eine andere Befürchtung ist, dass der Wasserstand in Flüssen weiter sinken könnte, wenn nicht genügend geklärte Abwässer aus der Industrie und von Städten in die Gewässer zurückgeleitet werden. Ob in Zukunft mehr recyceltes Wasser in der Landwirtschaft genutzt wird, hängt auch von den Kosten ab. Ist der Trans-

port von der Aufbereitungsanlage bis zu den Feldern zu weit, lohnt es sich nicht.

Eine bessere Instandhaltung von Wasserleitungen ist eine Lösung, die oft vernachlässigt wird. Im Schnitt gehen in der EU ein Viertel des Trinkwassers beim Transport durch undichte Leitungen und kaputte Rohre verloren.

Bodenbiodiversität und Bioporen

Um Agrarökosysteme klimaresilient zu machen, ist es besonders wichtig, die schon lange verminderte Wasseraufnahme-, Speicher- und Filterfähigkeit unserer landwirtschaftlich intensiv genutzten Böden zu beheben. Laut Umweltbundesamt haben auf leichten als auch auf schweren Böden in den letzten rund 40 Jahren die Bodenwasservorräte in Deutschland während der Vegetationsperiode mit signifikantem Trend abgenommen.⁸

Ausgelaugte, verdichtete Böden können Wetterextreme um ein Vielfaches weniger ausgleichen als Böden mit einem gesunden Bodengefüge. Eine Bodenstruktur, die gut Wasser speichern kann (also eine Schwammstruktur) entsteht nur biologisch. Nur Bodenorganismen können Bioporen bilden, technisch funktioniert das nicht. Dabei sind es mittelgroße Poren – auch Bioporen genannt –, die Wasser sowohl speichern als auch an Pflanzen abgeben können. Grobe oder feine Poren erfüllen diese Funktion nicht. Zudem braucht man eine gute Humusversorgung und Nahrung für das Bodenleben. Wichtig sind weite Fruchtfolgen, Zwischenfrüchte, Untersäaten und eine hochwertige organische Düngung z. B. mit Qualitätskompost.⁹ Mineraldünger und Pestizide beeinträchtigen dagegen das Bodenleben.

Der Ökolandbau hat hier schon lange Maßnahmen im Angebot, die den Zustand der Böden im Vergleich mit konventionell bewirtschafteten maßgeblich verbessern können. Ökologisch bewirtschaftete Böden zeigen daher eine Infiltrationsrate von 137 Prozent im Vergleich zu konventionellen¹⁰ und können daher durchschnittlich doppelt so viel Wasser im Boden speichern. Dies liegt vor allem an einem höheren Humusgehalt im Boden und einer höheren biologischen Aktivität.¹¹ Verglichen mit konventionellen Methoden führen agrarökologische Techniken auch zu signifikant höheren Kohlenstoffvorräten. Ein internationales Forscherteam maß durchschnittlich 3,5 Tonnen pro Hektar mehr Kohlenstoff in ökologischen als in konventionell bewirtschafteten Böden.¹²

Pilze als Verbündete in der Landwirtschaft

Seit Anfang der 1990er-Jahre nimmt die Forschung zu Mykorrhizapilzen kontinuierlich zu. Seit Anfang der

2000er-Jahre wird diese Form der symbiotischen Beziehung zwischen dem Feinwurzelsystem von Pflanzen und Pilzen und auch ihre Wirkungen auf Boden und Pflanzengesundheit im landwirtschaftlichen System erforscht. So gut wie alle Verbesserungen, die uns mithilfe der (neuen und alten) Gentechnik versprochen werden, wie Widerstandsfähigkeit gegenüber Trockenheit, gegenüber Schadstoffen und Versalzung sowie Krankheiten und Schadorganismen, könnten wir heute bereits im Ackerbau umsetzen, wenn wir die Symbiose, in der Mykorrhizapilze mit Pflanzen leben, besser nutzen würden.

Die Mykorrhizabesiedlung verbessert die Pflanzengesundheit durch Verbesserung des Nährstoffstatus und verbessert in der Folge die ökologischen Leistungen des Agrarsystems.¹³ Mykorrhizapilze stabilisieren nicht nur Bodenaggregate und verhindern Bodenerosion, sie unterbinden im Zusammenspiel mit anderen Bodenorganismen auch die Ansiedlung von Krankheitserregern an den Wurzeln, verbessern die Nährstoffaufnahme von Pflanzen entschieden und sorgen für eine verbesserte Widerstandsfähigkeit gegenüber Wasserstress.¹⁴

Schon lange ist allerdings auch bekannt, dass Mineraldünger und Pestizide Mykorrhizapilzen schaden.¹⁶ Das überaus effiziente Zusammenspiel zwischen Pilz und Wurzel wird gestört und die Nährstoffaufnahme dadurch verschlechtert. Es kommt zu einer sehr einseitigen stickstoffbetonten Pflanzenernährung, die die Pflanze anfällig macht, was die (falsche) Reaktion bedingt, sog. Pflanzenschutzmittel – also Biozide –

einsetzen, die das Ökosystem und das Bodenmikrobiom umso mehr stören.¹⁷ Wir wären viel besser dran, wenn wir die naturbasierten Lösungen nutzen würden, statt unsere Fehler mit Technik zu kompensieren.

Schwammlandschaften schaffen

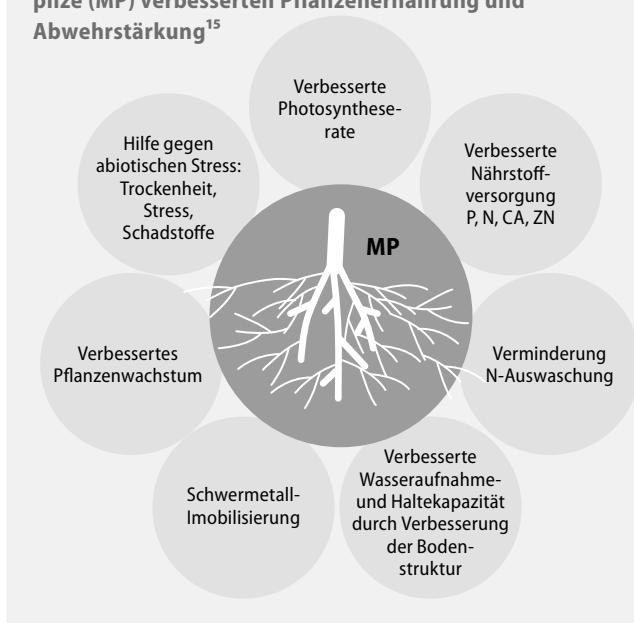
Dürren und Wasserknappheit müssen angegangen werden, solange es noch möglich ist, das von unseren Süßwasserökosystemen bereitgestellte Wasser für die nächste Dürre zu bevorraten. Hier gibt es noch viel Raum für Verbesserungen in der Wasserbewirtschaftung, um die Auswirkungen zu mildern. Die Entwässerung von Feuchtgebieten, Abflusssysteme in Wäldern, die Begradigung von Flüssen und die Ausräumung der Landschaft tragen dazu bei, das Wasser nicht in den Flusseinzugsgebieten als blaues und grünes Wasser zurückgehalten wird. Europas Flüsse, Seen und Küsten sind seit Jahrhunderten durch Wehre, verstärkte Ufer, Dämme, Umleitungen und ausgebaggerte Kanäle verändert worden. Hydromorphologische Belastungen betreffen 40 Prozent der europäischen Oberflächengewässer, und 17 Prozent sind als erheblich verändert oder künstlich ausgewiesen.¹⁸

Naturahe Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Feuchtgebieten und Flüssen, um sicherzustellen, dass sie gesund und funktionsfähig sind, sind ein weiterer wichtiger Schlüssel zur Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels. Sie können dazu beitragen, Wasser zu speichern und die Infiltration in den Boden und die Grundwasserleiter zu erhöhen. Zusätzlich können sie Temperaturschwankungen abfedern und den damit verbundenen Wasserstress mildern.

Hier brauchen wir keine Betonbecken zur Wasserspeicherung und -entnahme, denn Wasser wird am besten im Grundwasser gespeichert, wo es gefiltert ankommt und im Kühlen und Dunklen lagert. Wir brauchen den Wasserrückhalt in der Landschaft und die Renaturierung von Wasserläufen.

Agroforstsysteme (der Anbau von Bäumen auf Ackerflächen) oder Permakultur, eine Anbaumethode, die sich natürliche Kreisläufe zum Vorbild nimmt, um selbstregulierende Ökosystem zu bilden, bieten hier ein großes Potenzial. Bereits nach sieben Jahren bewirkte das Agroforstsystem im Versuch des Schweizer Kompetenzzentrums für landwirtschaftliche Forschung AGROSCOPE eine substanzielle Humusanreicherung von 18 Prozent verglichen mit der kultivierten Fläche, und

Abb. 1: Schematische Darstellung der durch Mykorrhiza-pilze (MP) verbesserten Pflanzenernährung und Abwehrstärkung¹⁵



dies nicht nur im Oberboden, sondern bis in eine Tiefe von 60 Zentimeter.¹⁹ Die Wasserhaltekapazität wurde damit entschieden erhöht. Durch die Integration von Bäumen und Hecken können Oberflächentemperatur und Verdunstung verringert werden, wodurch die Wasserhaltekraft und somit die Widerstandskraft des Systems gegenüber Wetterextremen optimiert wird.

Auch die Artenvielfalt und das Vorkommen von Nützlingen steigen. Das erhöht die Resilienz gegenüber Schädlingsdruck und Krankheiten. Das AG-FORWARD-Projekt setzte sich von 2014 bis 2017 zum Ziel, agroforstwirtschaftliche Praktiken in Europa zu fördern, um ländliche Entwicklung voranzutreiben. Beteiligt waren 100 Wissenschaftler von 27 Institutionen aus 14 europäischen Ländern. Die Ergebnisse zeigen viele positive Wirkungen der Agroforstwirtschaft in vielen Bereichen, die direkt und indirekt mit dem Klimaschutz und der Klimaanpassung zusammen hängen.²⁰

Mit einer an das Gelände angepassten Linienführung des Bewuchses zur Minderung der Erosion und zur Verstärkung der Wasserversickerung kann ebenfalls Wassermangel vorgebeugt werden und ein Beitrag zum Humusaufbau geleistet werden. Das nennt man Keyline-Design.²¹ Bei der Umsetzung von Keyline-Design werden Landschaften und der Wasserfluss anhand der Geomorphologie analysiert. Auf dieser Grundlage können unter anderem Bearbeitungs- und Pflanzmuster erstellt werden, die sowohl Oberflächen- als auch Bodenwasser entlang der Geländekontur leiten können, so dass Wasser besser aufgenommen, verteilt und gespeichert werden kann. Die Ideen von Vordenkern wie Sepp Holzer, Tony Rinaudo oder Ibrahim Abouleish gehen noch weiter: Sie pflanzen nicht nur

Bäume, sie schaffen auch natürliche Biotope, Mulden und Dämme, angepasst an das Relief, um Wasser zu verlangsamen und zum Einsickern zu bringen.²²

Es liegt also auf der Hand: Ökologisch angepasste Systeme können viel mehr als uns Technofixes und Gentechnik je liefern könnten. Warum sie nur zögernd zum Einsatz kommen, liegt einzig und allein an wirtschaftlichen Interessen veralteter Branchen, die weiter verdienen wollen, und an Politikern, die mehr auf pseudo-hilfreiche Techniken setzen als auf gesetzliche Rahmenbedingungen für mehr Nachhaltigkeit.

Das Thema im Kritischen Agrarbericht

- ▶ Michael Hauser: In Systemen denken. Wie man durch Agrärökologie krisenfeste Ernährungssysteme aufbaut. In: Der kritische Agrarbericht 2023, S. 21-28.
- ▶ Claudia Heidecke, Cathleen Fröhlauf, Sandra Krengel-Horney und Mareike Söder: Klimafolgen und Klimaanpassungsoptionen in der Landwirtschaft in Deutschland – ein Überblick. In: Der kritische Agrarbericht 2021, S. 13-18.
- ▶ Martin Häusling: Kein Klimaschutz ohne Systemwechsel. Warum Konzepte wie »klimasmarte Landwirtschaft« und precision farming keine Lösung sind. In: Der kritische Agrarbericht 2021, S. 48-52.
- ▶ Rico Hübner: Den Wald aufs Feld holen. Agroforstwirtschaft als Option für die Landwirtschaft der Zukunft auch in Deutschland. In: Der kritische Agrarbericht 2021, S. 241-246.
- ▶ Michael Haudorf, Philipp Weckenbrock und Andreas Gattner: Ökolandbau – besser für das Klima? Über Landwirtschaft in Zeiten des Klimawandels und die Potenziale der Ökologischen Landwirtschaft. In: Der kritische Agrarbericht 2021, S. 122-127.
- ▶ Jürgen Sanders und Jürgen Heß: Gesellschaftliche Leistungen der Ökologischen Landwirtschaft. Interdisziplinäres Forschungsprojekt vergleicht ökologische mit konventionellen Anbau-systemen. In: Der kritische Agrarbericht 2020, S. 134-139.
- ▶ Jürgen Heß: Per se gut?! Die Leistungen des Ökolandbaus für den Grund- und Trinkwasserschutz. In: Der kritische Agrarbericht 2017, S. 118-122.

Folgerungen & Forderungen

- Gesunde Süßwasserökosysteme sind lebenswichtig. Um ihre Leistungen wie Hochwasserschutz und Wassereinigung zu sichern, müssen wir Schadstoffeinträge reduzieren. Der Einsatz von mineralischen Düngern und Pestiziden sollte stark eingeschränkt werden.
- Ökolandbau verbessert die Bodenstruktur und damit die Wasserspeicherfähigkeit und kann Stickstoffausträge ins Grundwasser deutlich verringern – er muss weiter und intensiver gefördert werden.
- Weidehaltung verbessert den Wasserhaushalt und den Hochwasserschutz. Dauergrasland mit Rindern fördert die Regeneration des Grundwassers und erhöht die Wasserspeicherfähigkeit. Weidehalter brauchen mehr Unterstützung.
- Naturnahe Maßnahmen helfen, Temperaturschwankungen auszugleichen und Wasserstress zu mindern.

Auwälder können zwei bis drei Meter hoch überflutet werden und leisten damit einen wertvollen Hochwasserschutz. Feuchtgebiete sollten renaturiert werden, um Wasser zu speichern und die Grundwasserneubildung zu fördern.

- Schwammlandschaften und Keyline-Design unterstützen die Wasserspeicherung in Böden. Agroforstwirtschaft reduziert die Nitratauswaschung, baut Humus auf und verringert den Oberflächenabfluss. Wir müssen Landschaftsplanung und Kooperation in die Landnutzung bringen.
- Die Tropfbewässerung ist die effizienteste Methode, um Wasser direkt zur Wurzel zu leiten und Verluste zu minimieren. Dies kann den Wasserverbrauch um bis zu 50 Prozent reduzieren. Weniger effiziente Bewässerungsmethoden sollten nicht mehr gefördert werden.

- Alexander Koch und Steffen Reese: Nachhaltige Tomaten aus Almeria? Über den Beitrag des Ökolandbaus für eine nachhaltige Landwirtschaft in wasserarmen Regionen. In: Der kritische Agrarbericht 2017, S. 123-126.

Anmerkungen

- Der Global Alliance for Climate-Smart Agriculture gehören mehr als 20 Regierungen, 30 Organisationen und Unternehmen wie McDonald's und Kellogg, aber auch der weltgrößte Düngemittelhersteller Yara und Syngenta an.
- A. Beste and N. Lorentz: Ecosystem soil – Bringing nature-based solutions on climate change and biodiversity conservation down to earth. Bonn 2022 (www.gesunde-erde.net/media/giz_eba_ecosystem-soil_final.pdf).
- G. di Baldassarre et al.: Water shortages worsened by reservoir effects. In: Nature Sustainability 1 (2018), pp. 617-622. – R. Balmer: Gericht stoppt Wasserbecken – Entscheidung gegen Mega-Bassins. In: taz-online vom 4.Oktober 2023 (<https://taz.de/Gericht-stoppt-Wasserbecken/15961252/>).
- Misereor: Erfolgsstory MASIPAG: Wie Kleinbauern auf den Philippinen die Kontrolle über ihr Saatgut zurückerlangen. Misereor-online 7. Juni 2017 (<https://blog.misereor.de/2017/06/07/erfolgsstory-masipag-wie-kleinbauern-auf-den-philippinen-die-kontrolle-ueber-ihr-saatgut-zurueckerlangen/>).
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft: Effiziente Bewässerungstechnik – Möglichkeiten und Trends. 18. Februar 2025 (www.praxis-agrar.de/pflanze/bewaesserung/effiziente-bewaesserungstechnik#c23654).
- Verordnung über die Mindestanforderungen für die Wasserdieverwendung (EU 2020/741). Insbesondere in südeuropäischen Ländern spielt die Bewässerung in der Landwirtschaft eine wichtige wirtschaftliche Rolle. Bisher gab es in Spanien, Italien, Griechenland, Zypern, Frankreich und Portugal unterschiedliche Regelungen für die Nutzung von aufbereitetem Abwasser zur Bewässerung. Dies führte zu unterschiedlichen Wettbewerbsbedingungen, die nun mit der EU-Verordnung angeglichen wurden.
- T. Schauenberg: EU: Wie kann Abwasser bei Wasserknappheit helfen? Deutsche Welle 20. August 2023 (www.dw.com/de/eu-wie-kann-abwasser-bei-wasserknappheit-helfen/a-66561385).
- Thünen-Institut für Betriebswirtschaft: Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Braunschweig 2015.
- Beste und Lorentz (siehe Anm. 2). – A. Beste: Storing water by promoting biopores! 2023 (https://martin-haeusling.eu/images/4_A Andrea_Beste_Storing_water_by_promoting_biopores.pdf).
- J. Sanders und J. Heß (Hrsg.): Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Thünen Report 65. Braunschweig 2019 (www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_65.pdf).
- Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU): Böden als Wasserspeicher. Position // Juli 2016 (www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/ kbu_erhohung_und_sicherung_der_infiltrationsleistung_von_boden_juli_2016.pdf).
- A. Gattinger et al.: Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. In: PNAS 109/44 (2012), pp. 18226-18231 (www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1209429109).
- A. Beste: Greenwashing & viel Technik. Vermeintlich nachhaltige Lösungen für die Landwirtschaft. 2021 (www.gesunde-erde.net/media/greenwashing_und_viel_technik_gross_mit_links.pdf). – S. Gianinazzi et al.: Agroecology: The key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. In: Mycorrhiza 20 (2010), pp. 519-530.
- M. K. Solanki et al.: Mycorrhizal fungi and its importance in plant health amelioration. In: Micribiomes and Plant Health (2021), pp. 205-223.
- Quelle: Vereinfachte Darstellung aus Beste (siehe Anm. 13).
- S. A. Khan et al.: The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. In: Journal of Environmental Quality 36/6 (2007), pp. 1821-1832.
- F. Oehl et al.: Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. In: New Phytologist 165/1 (2005), pp. 273-283. – SOILSERVICE: Conflicting demands of land use, soil biodiversity and the sustainable delivery of ecosystem goods and services in Europe. Lund 2012. – Solanki et al. (siehe Anm. 14). – E. Scheller: Grundzüge einer Pflanzenernährung des Ökologischen Landbaus. Darmstadt 2013.
- WWF, EEB, the European Anglers Alliance and European Rivers Network: Bringing life back to Europe's waters: The EU water law in action. 2018 (<https://eeb.org/wp-content/uploads/2019/07/Report-on-Making-a-case-for-the-Water-Framework-Directive.pdf>).
- B. Seitz et al.: Erhöhte Humusvorräte in einem siebenjährigen Agroforstsystem in der Zentralschweiz. In: Agrarforschung Schweiz 8 (2017), S. 318-323.
- Siehe dazu: www.agforward.eu.
- Siehe dazu: <https://baumfeldwirtschaft.de/keyline-design/>.
- SEKEM: Eine blühende Oase in der ägyptischen Wüste. Juni 2016 (<https://sekem.com/de/sekem-eine-bluhende-oase-in-der-gyptischen-wuste/>). – J. Großmann-Krieger und P. Carstens: Dieser Mann verwandelt Wüste in blühende Landschaften. In: GEO vom 17. Januar 2019 (www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/tony-rinaudo-dieser-mann-verwandelt-wueste-bluehende-landschaften-30178044.html).



Dr. Andrea Beste

Diplomgeografin, Agrarwissenschaftlerin und Bodenexpertin. Ständiges Mitglied der Expertengruppe für technische Beratung im ökologischen Landbau (EGTOP) bei der Europäischen Kommission. Büro für Bodenschutz & Ökologische Agrarkultur.

www.gesunde-erde.net